

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑩ Patentschrift  
DE 43 29 140 C 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 60 T 8/60**  
B 60 T 8/40  
B 60 T 8/48

②1 Aktenzeichen: P 43 29 140.6-21  
②2 Anmeldetag: 30. 8. 93  
④3 Offenlegungstag: —  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 1. 12. 94

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

⑦2 Erfinder:

Steiner, Manfred, Dipl.-Ing., 71364 Winnenden, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 42 08 496 C1

⑤4 Bremsdruck-Steuereinrichtung

⑤7 Bei einer Bremsdruck-Steuereinrichtung für eine hydraulische Zweikreis-Bremsanlage mit pneumatischem Bremskraftverstärker und einem nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystem (ABS) sind für jeden Bremskreis ein Umschaltventil, das aus einer den Bremskreis mit einem Druckausgang des Bremsgeräts verbindenden Stellung in eine diesen Druckausgang gegen die den Bremskreis absperrende Stellung umschaltbar ist, sowie ein Vorlade-Steuerventil vorgesehen, das aus einer diesen Druckausgang gegen den Niederdruckeingang der Rückförderpumpe absperrenden Stellung in eine den Druckausgang mit der Rückförderpumpe verbindende Stellung umschaltbar ist, sowie eine elektronische Steuereinheit, die aus einer Verarbeitung von Sensor-Signalen, welche mindestens die Information über die Art der Betätigung des Bremspedals beinhalten, für eine automatische Vollbremsung erforderliche Signale für die Ansteuerung der Umschaltventile, der Vorlade-Steuerventile, der Rückförderpumpen, der Ein- und Auslaßventile des ABS sowie eines Aussteuerventils erzeugt, mittels dessen die Antriebskammer des Bremskraftverstärkers belüftbar ist.

DE 43 29 140 C 1

DE 43 29 140 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-, insbesondere Zweikreis-Bremsanlage und mit den weiteren, im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten, gattungsbestimmenden Merkmalen.

Eine derartige Bremsdruck-Steuereinrichtung ist Gegenstand des eigenen Patents DE 42 08 496 C1 und für ein Fahrzeug gedacht, das statische Bremskreise hat, denen je ein Ausgang eines als Bremsgerät vorgesehenen Hauptzylinders zugeordnet ist, der mittels eines Bremspedals über einen pneumatischen Bremskraftverstärker betätigbar ist, der eine durch einen Kolben beweglich gegen eine permanent auf niederem Druck gehaltene Niederdruckkammer abgegrenzte Antriebskammer hat, durch deren — pedalgesteuerte — Beaufschlagung mit einem mit der Pedalkraft monoton korrelierten Druck die Kraftverstärkung steuerbar ist, mit der eine Zielbremsung erfolgt, und durch deren durch Umschaltung eines Magnetventils erzielbare Beaufschlagung mit dem Atmosphärendruck oder einem höheren Druck eine hohe, für eine Vollbremsung ausreichende, auf den Hauptzylinder wirkende Betätigungskraft entfaltbar ist; eine diesbezügliche Umschaltung dieses Magnetventils ist durch ein Ausgangssignal einer elektronischen Steuereinheit auslösbar, das diese erzeugt, wenn die Geschwindigkeit  $\phi$  oder die Änderungsrate  $K$  der Kraft  $K$ , mit der der Fahrer das Bremspedal betätigt, einen diesbezüglichen Schwellenwert  $\phi_s$  oder  $K_s$  überschreitet; das Fahrzeug ist auch mit einem auf dynamisch stabiles Verhalten des Fahrzeuges bei einer Bremsung ausgelegten, an den einzelnen Bremskreisen nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystem (ABS) ausgerüstet, das den einzelnen Radbremsen zugeordnete, elektrisch ansteuerbare Ein- und Auslaßventile sowie den Bremskreisen einzeln zugeordnete, elektrisch antreibbare, auf hohes Ausgangsdruckniveau ausgelegte Rückförderpumpen umfaßt, mittels derer in einer Druckabbauphase der Antiblockier-Regelung in eine Rücklaufleitung des jeweiligen Bremskreises abgelassene Bremsflüssigkeit in dessen von einem der Druckausgänge des Bremsgeräts ausgehende Hauptbremsleitung zurückförderbar ist.

Zweck der bekannten Bremsdruck-Steuereinrichtung ist es, den aus der Art der Betätigung des Bremspedals erkennbaren Fahrerwunsch einer hohen Fahrzeugverzögerung dadurch selbsttätig zu unterstützen, daß schon während das Bremspedal den üblicherweise vorhandenen Leerweg ausführt, ein relativ hoher Bremsdruck in die Radbremsen eingekoppelt wird, um die Bremsanlage möglichst frühzeitig zu aktivieren. Dieses rasche Ansprechen der Bremsanlage wird, einhergehend mit einer entsprechend hohen Steigerung der Fahrzeugverzögerung, auch erreicht, wobei schon nach kurzer Zeit der Aussteuerpunkt des Bremskraftverstärkers erreicht ist. Dieses "schnelle" Ansprechverhalten der Bremsanlage verleitet aber den Fahrer in nicht zu seltenen Fällen auch dazu, die Kraft, mit der er das Bremspedal betätigt, nicht weiter zu steigern, da er, nachdem der Aussteuerpunkt des Bremskraftverstärkers erreicht ist und das Bremspedal, nachdem es anfänglich sehr leicht niedergedrückt werden konnte, plötzlich eine andere — härtere — Reaktion zeigt, den Eindruck hat, das mögliche Maß an Bremskraft und Fahrzeugverzögerung ausgeschöpft zu haben. Die Folge eines derartigen Verhaltens des Fahrers ist dann, daß auf einen nicht unerheblichen Anteil im Hauptzylinder

in Bremsdruck umsetzbarer Betätigungskraft, nämlich den Beitrag den der Fahrer ausüben könnte, gleichsam verzichtet wird und mit der weiteren Folge, daß insbesondere bei Bremsungen, die auf trockener, griffiger Straße erfolgen, die höchstmögliche Fahrzeugverzögerung, die sich ergäbe, wenn die Bremskraft bis zum Ansprechen des Antiblockiersystems des Fahrzeuges gesteigert werden würde, nicht genutzt wird.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Bremsdruck-Steuereinrichtung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß auch bei einer selbsttätig gesteuerten Vollbremsung höchstmögliche Werte der Fahrzeugverzögerung zuverlässig ausnutzbar sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Hiernach ist für jeden der Bremskreise ein elektrisch steuerbares Umschaltventil vorgesehen, das aus einer die Hauptbremsleitung des jeweiligen Bremskreises mit dem diesem zugeordneten Druckausgang des Hauptzylinders verbindenden Funktionsstellung — seiner Grundstellung — in eine den Druckausgang gegen die Hauptbremsleitung absperrende Funktionsstellung umschaltbar ist, sowie ein elektrisch ansteuerbares Vorlade-Steuerventil, das aus einer den jeweiligen Druckausgang des Hauptzylinders gegen den Niederdruckeingang der Rückförderpumpe des jeweiligen Bremskreises absperrenden Funktionsstellung — als Grundstellung — in eine den jeweiligen Druckausgang mit dem Niederdruckeingang der jeweiligen Rückförderpumpe verbindende Funktionsstellung umschaltbar ist, wodurch der Ausgangsdruck des z. B. durch Belüften der Antriebskammer des pneumatischen Bremskraftverstärkers betätigten Hauptzylinders als Vorladedruck den Rückförderpumpen des Antiblockiersystems zugeleitet ist, die nunmehr Bremsflüssigkeit auf hohem Ausgangsdruckniveau in die Hauptbremsleitungen der beiden Bremskreise einspeisen können, und es ist eine elektronische Steuereinheit vorgesehen, die aus einer Verarbeitung von Sensor-Ausgangssignalen, welche die Information über die Art der Betätigung des Bremspedals und gegebenenfalls die Information über das dynamische Verhalten des Fahrzeuges beinhalten, die für einen selbsttätigen Betrieb der Bremsanlage auf hohem Bremsdruckniveau erforderlichen Signale für die Ansteuerung der Umschaltventile, der Vorlade-Steuerventile, der Rückförderpumpen und der Ein- und Auslaßventile des Antiblockiersystems erzeugt.

In dem Betriebszustand der Bremsanlage, in dem die Rückförderpumpen als den Bremskreisen einzeln zugeordnete Druckquellen und das Bremsgerät einschließlich seines Bremskraftverstärkers gleichsam als deren Vorladepumpe ausgenutzt wird, können sehr hohe Drücke in die einzelnen Radbremsen eingekoppelt werden, die durch individuelle, gepulste Ansteuerung der Ein- und der Auslaßventile der einzelnen Radbremsen auch auf individuell verschiedene Werte eingestellt werden können. Die Bremsanlage in der erfindungsgemäßen Konfiguration ist daher auch für einen Fahrdynamik-Regelungsbetrieb geeignet, der je nach Situation die Aktivierung einer oder mehrerer Radbremsen auf unterschiedlichen Druckniveaus erfordern kann. Dies gilt insbesondere dann, wenn den Radbremsen des Fahrzeuges einzeln zugeordnete Drucksensoren vorgesehen sind, deren druck-proportionale Ausgangssignale mittels der elektronischen Steuereinheit als Istwert-Signale verarbeitbar sind.

Die gemäß Anspruch 3 vorgesehene Ausgestaltung

der Bremsanlage ist insbesondere für eine fahrdynamische Bremsdruckregelung, aber auch für eine selbsttätige Steuerung des Vollbrems-Betriebes der Bremsanlage vorteilhaft, da sie — zusätzlich zu einer Überwachung der Bremspedal-Stellung — eine ergänzende Erkennung und zeitliche Verfolgung des aktuellen Fahrerwunsches ermöglicht.

In Kombination hiermit ist die gemäß Anspruch 4 vorgesehene Auslegung der elektronischen Steuereinheit von Vorteil, da sie eine besonders zuverlässige — sensible — Erfassung des Fahrerwunsches ermöglicht. Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten, speziellen Ausführungsbeispiels in baulichen und funktionellen Einzelheiten erläutert. Die Zeichnung zeigt eine mit einer erfindungsgemäßen Bremsdruck-Steuereinrichtung ausgerüstete Bremsanlage in schematisch vereinfachter, elektro-hydraulischer Schaltbilddarstellung.

Bei der in der Zeichnung dargestellten, insgesamt mit 1 bezeichneten hydraulischen Zweikreis-Bremsanlage für ein durch diese repräsentiertes Straßenfahrzeug sind dessen linke Vorderradbremse 2 und dessen rechte Vorderradbremse 3 zu einem Vorderachs-Bremskreis I und die linke Hinterradbremse 4 sowie die rechte Hinterradbremse 5 zu einem Hinterachs-Bremskreis II zusammengefaßt.

Die beiden Bremskreise I und II sind als statische Bremskreise ausgebildet, deren Bremsdruck-Versorgung bei einer "normalen" Bremsung, d. h. einer mit mäßiger Fahrzeugverzögerung erfolgenden Zielbremsung, bei der die Bremsdruckentfaltung ausschließlich vom Fahrer durch Betätigung des Bremspedals 6 gesteuert wird, durch einen mittels des Bremspedals 6 über einen pneumatischen Bremskraftverstärker 7 betätigbaren Tandem-Hauptzylinder 8 für sich bekannter Bauart und Funktion erfolgt, der einen dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten — statischen — Druckausgang 9 und einen dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten — ebenfalls "statischen" — Druckausgang 11 hat, an denen bei einer Betätigung des Hauptzylinders 8 Drücke  $P_{VA}$  und  $P_{HA}$  im wesentlichen gleichen Betrages bereitgestellt werden.

Das Fahrzeug ist mit einem nach dem Rückförderprinzip arbeitenden, in bekannter Technik realisierten Antiblockiersystem ausgerüstet, das in der Zeichnung durch seine insgesamt mit 12 bezeichnete Hydraulikeinheit repräsentiert ist, welche den Vorderradbremsen 2 und 3 sowie den Hinterradbremsen 4 und 5 je einzeln zugeordnete Einlaßventile 13 und 14 bzw. 16 und 17 und den einzelnen Radbremsen 2 bis 5 ebenfalls je einzeln zugeordnete Auslaßventile 18 und 19 bzw. 21 und 22 als elektrisch steuerbare Bremsdruck-Regelventile und den beiden Bremskreisen I und II je einzeln zugeordnete Rückförderpumpen 23 und 24 umfaßt, mittels derer Bremsflüssigkeit, die in einer Bremsdruck-Abbauphase der Antiblockierregelung aus einer oder mehrerer der Radbremsen 2 bis 5 über eine Rücklaufleitung 26 bzw. 27 des jeweiligen Bremskreises I bzw. II in einen Niederdruckspeicher 28 bzw. 29 abgelassen wird, in die Hauptbremsleitung 31 bzw. 32 des Vorderachs-Bremskreises I bzw. des Hinterachs-Bremskreises II zurückförderbar ist. Die Niederdruck-Eingänge 33 und 34 der Rückförderpumpen 23 und 24 der beiden Bremskreise I und II sind an die Rücklaufleitungen 26 und 27 und die Niederdruckspeicher 28 und 29 des jeweiligen Bremskreises I bzw. II über je ein Rückschlagventil 36 bzw. 37 angeschlossen, das durch relativ höheren Druck in der Rücklaufleitung 26 bzw. 27 als an dem jeweiligen Nie-

derdruckeingang 33 bzw. 34 der Rückförderpumpe 23 bzw. 24 in Öffnungsrichtung beaufschlagt und sonst gesperrt ist.

Die Hydraulikeinheit hat zwei, je einem der beiden Bremskreise I und II zugeordnete Versorgungsanschlüsse 38 und 39, von denen die "internen" Hauptbremsleitungen 31 und 32 ausgehen, von deren Verzweigungsstellen 35 und 40 die über die Einlaßventile 13 und 14 bzw. 16 und 17 der Vorderradbremsen 2 und 3 bzw. der Hinterradbremsen 4 und 5 zu den Steuerausgängen 41 und 42 sowie 43 und 44 der Hydraulikeinheit 12, an denen die Radbremsleitungen 46 und 47 bzw. 48 und 49 angeschlossen sind, führenden, "internen" Bremsleitungszweige 31' und 31'' bzw. 32' und 32'' ausgehen, sowie zwei weitere Versorgungsanschlüsse 51 und 52, die intern je einzeln mit dem Niederdruckeingang 33 bzw. 34 der Rückförderpumpe 23 des Vorderachs-Bremskreises I bzw. des Hinterachs-Bremskreises II verbunden sind.

Die insoweit geschilderten Bau- und Funktionselemente des Antiblockiersystems 12, dessen elektronische Steuereinheit und Raddrehzahlfühler der Einfachheit halber nicht dargestellt sind und nach Aufbau und Funktion als bekannt vorausgesetzt werden, sind auch Funktionselemente einer insgesamt mit 55 bezeichneten Bremsdruck-Steuereinrichtung, mittels derer in Fällen, in denen der Fahrer eine möglichst hohe Fahrzeugverzögerung ausnutzen möchte, selbsttätig gesteuert eine Vollbremsung durchführbar ist, bei der sämtliche Radbremsen 2 bis 5 — gleichzeitig — mit einem höchstmöglichen, mit dynamischer Stabilität des Fahrzeuges noch verträglichen Bremsdruck beaufschlagt werden, andererseits aber auch eine allgemein auf dynamische Stabilität des Fahrzeuges gerichtete Fahrdynamik-Regelung steuerbar ist, bei der, ohne daß der Fahrer die Bremsanlage 1 betätigt, eine oder mehrere der Radbremsen 3 bis 5 des Fahrzeuges mit Bremsdrücken gleichen oder unterschiedlichen Betrages beaufschlagbar sind, sei es, um im Sinne einer Antriebs-Schlupf-Regelung das Traktionsverhalten des Fahrzeuges zu optimieren, sei es im Sinne einer "reinen" Fahrdynamik-Regelung, bei der einzelne Radbremsen, auch solche nicht angetriebener Fahrzeugräder, aktiviert werden, um ein bestimmtes Lenkungs-Verhalten des Fahrzeuges zu erzielen.

Im Rahmen der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 ist ein dem Bremskraftverstärker 7 zugeordnetes, elektrisch ansteuerbares Hilfskraft-Aussteuerventil 53 vorgesehen, das eine Grundstellung 0 hat, in welcher die Antriebskammer des in üblicher Gestaltung vorausgesetzten pneumatischen Bremskraftverstärkers 7 über einen in dieser Grundstellung 0 offenen Durchflußpfad 54 und ausschließlich über diesen mit der Niederdruckquelle — dem Verbrennungsluft-Einlaßstutzen 56 des lediglich schematisch angedeuteten Fahrzeugmotors 60 — verbunden ist, der auch permanent, d. h. in fester Verlegung, an die Niederdruckkammer des Bremskraftverstärkers 7 angeschlossen ist.

Diese Grundstellung 0 des Hilfskraft-Aussteuerventils 53 ist dem "normalen" Zielbremsbetrieb der Bremsanlage 1 zugeordnet, in welcher der Fahrer durch Betätigung des Bremspedals 6 einen zu dessen Betätigungsweg bzw. -kraft proportionalen Bremsdruck in die Radbremsen 2 bis 5 einsteuern kann.

Das Hilfskraft-Aussteuerventil 53, das als 3/2-Magnetventil dargestellt ist, hat eine bei Erregung seines Steuermagneten 57 mit dem Ausgangssignal einer elektronischen Steuereinheit 58 der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 eingenommene Schaltstellung I, in welcher

die Niederdruckquelle 56, 60 gegen die Antriebskammer des pneumatischen Bremskraftverstärkers 7 abgesperrt ist, diese Antriebskammer jedoch dem atmosphärischen Umgebungsdruck oder einem höheren Druck einer Hilfsdruckquelle ausgesetzt ist, wodurch der Hauptzylinder 8 im Sinne eines Aufbaues eines hohen Ausgangsdruckes an seinen Druckausgängen 9 und 11 betätigt wird.

Ein die Umschaltung des Hilfskraft-Aussteuerventils 53 in dessen Schaltstellung I vermittelndes Ausgangssignal wird von der elektronischen Steuereinheit 58 der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 abgegeben, wenn der Fahrer am Beginn einer Bremsung das Bremspedal 6 mit einer Geschwindigkeit  $\phi$  betätigt, die größer ist als ein Schwellenwert  $\phi_s$  und/oder die Kraft K, mit der er das Bremspedal 6 betätigt, sehr rasch steigert, so daß die Änderungsrate K der Betätigungskraft einen Schwellenwert  $K_s$  überschreitet, was von der elektronischen Steuereinheit 58 anhand der Ausgangssignale eines elektronischen oder elektromechanischen Pedal-Positionsgebers 59 und/oder der Ausgangssignale eines elektronischen oder elektromechanischen Druckgebers 61 erkannt, der den Druck an dem dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Druckausgang 9 des Tandem-Hauptzylinders 8 erfaßt.

Durch die Ausgangssignale des Pedal-Positionsgebers 59 kann hierbei eine selbsttätig gesteuerte Vollbremsung schon ausgelöst werden, während das Bremspedal 6 noch seinen "Leerweg" ausführt, der mit einem nennenswerten Druckaufbau im Tandem-Hauptzylinder 8 noch nicht verknüpft ist, während die Ausgangssignale des Druckgebers 61 bevorzugt zur zeitlichen Verfolgung des Fahrerwunsches ausgenutzt werden.

Im Rahmen der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 ist ein insgesamt mit 62 bezeichneter Steuerventilblock vorgesehen, der den hydraulischen Anschluß der Druckausgänge 9 und 11 des Hauptzylinders 8 an die Versorgungsanschlüsse 38 und 39 sowie 51 und 52 der Hydraulikeinheit 12 des Antiblockiersystems vermittelt. Dieser Steuerventilblock 62 umfaßt ein erstes als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildetes Umschaltventil 63, dessen Grundstellung 0 seine Durchflußstellung ist, in welcher der dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordnete Druckausgang 9 des Hauptzylinders 8 mit dem Versorgungsanschluß 38 der ABS-Hydraulikeinheit 12 verbunden ist, von dem deren Hauptbremsleitung 31 ausgeht; die bei Erregung des Steuermagneten 64 mit einem Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit 58 eingenommene Schaltstellung I dieses Umschaltventils 63 ist seine Sperrstellung, in der es auch die Funktion eines Druckbegrenzungsventils vermittelt.

Ein zweites, zu dem ersten Umschaltventil 63 analoges Umschaltventil 66 vermittelt in seiner Grundstellung 0 — seiner Durchflußstellung — die Verbindung des dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Druckausganges 11 des Tandem-Hauptzylinders 8 mit dem Versorgungsanschluß 39 der Hydraulikeinheit 12 des ABS 12, von dem die Hauptbremsleitung 32 des Hinterachs-Bremskreises II ausgeht. Auch dieses zweite Umschaltventil 66 vermittelt in seiner erregten Stellung I die Funktion eines Druckbegrenzungsventils. Desweiteren umfaßt der Steuerventilblock 62 ein erstes, dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordnetes Vorlade-Steuerventil 67 und ein zweites, dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordnetes Vorlade-Steuerventil 68, die als 2/2-Wege-Magnetventile ausgebildet sind, die durch Ausgangssignale der elektronischen Steuereinheit 58 ansteuerbar sind. Diese Vorlade-Steuerventile 67 und 68

haben eine sperrende Grundstellung 0 und als erregte Stellung I eine Durchflußstellung, in welcher über das erste Vorlade-Steuerventil 67 der dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordnete Druckausgang 9 des Hauptzylinders 8 mit demjenigen weiteren Versorgungsanschluß 51 der ABS-Hydraulikeinheit 12 verbunden ist, der zum Niederdruckeingang 33 der Rückförderpumpe 23 des Vorderachs-Bremskreises führt und über das zweite Vorlade-Steuerventil 68 der dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordnete Druckausgang 11 des Hauptzylinders 8 mit dem mit dem Niederdruckeingang 34 der Rückförderpumpe 24 des Hinterachs-Bremskreises II verbundenen weiteren Versorgungsanschluß 52 der ABS-Hydraulikeinheit 12 verbunden ist. Zu den Umschaltventilen 63 und 66 ist je ein Rückschlagventil 69 bzw. 71 parallel geschaltet, das durch relativ höheren Druck am jeweiligen Druckausgang 9 bzw. 11 des Hauptzylinders 8 als in der Hauptbremsleitung 31 bzw. 32 der Hydraulikeinheit 12 in Öffnungsrichtung beaufschlagt und sonst gesperrt ist. Bei der insoweit nach Aufbau und Funktion erläuterten Bremsanlage I befinden sich bei einer Zielbremsung die Umschaltventile 63 und 66 sowie die Vorlade-Steuerventile 67 und 68 in ihren dargestellten Grundstellungen. Die Bremsdruck-Entwicklung wird vom Fahrer mittels des Bremspedals 6 gesteuert, gegebenenfalls "moderiert" durch ein Ansprechen des Antiblockiersystems.

Darüber hinaus sind mittels der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55, 58 mit der Bremsanlage I die folgenden Funktionen darstellbar:

#### 1. Automatisch gesteuerte Vollbremsung "Bremsassistent-Funktion"

Bei einer sehr schnellen Betätigung des Bremspedals 6, die von der elektronischen Steuereinheit 58 als Fahrerwunsch dahingehend interpretiert wird, daß eine Vollbremsung erfolgen soll, wird — zunächst — das Hilfskraft-Aussteuerventil 53 in dessen Funktionsstellung I gesteuert, wodurch die Antriebskammer des Bremskraftverstärkers 7, gleichsam unter Überbrückung des Bremsventils des Bremskraftverstärkers belüftet und dadurch dem vollen Atmosphärendruck ausgesetzt wird, wodurch der Bremskraftverstärker 7 bis an seinen Aussteuerpunkt ausgesteuert und der Tandem-Hauptzylinder bis zu einem Ausgangsdruck  $P_{VA}$  bzw.  $P_{HA}$  betätigt wird, der in praktischen Fällen etwa 75% desjenigen Druckes beträgt, der sich ergäbe, wenn der Fahrer das Bremspedal 6 mit derjenigen Kraft betätigen würde, die normalerweise zur Erreichung des Aussteuerpunktes des Bremskraftverstärkers 7 notwendig wäre. Noch während der Ausgangsdruck des Tandem-Hauptzylinders, der über die zunächst noch in der Grundstellung befindlichen Umschaltventile 63 und 66 in die Hauptbremsleitungen 31 und 32 des Vorderachs-Bremskreises I und II eingekoppelt wird, ansteigt, werden die Rückförderpumpen 23 und 24 durch Ausgangssignale der elektronischen Steuereinheit 58 eingeschaltet, die Umschaltventile 63 und 66 gleichzeitig hiermit oder kurz danach in ihre Sperrstellungen I und die Vorlade-Steuerventile 67 und 68 in ihre Durchflußstellungen I umgeschaltet, so daß nunmehr der Tandem-Hauptzylinder 8 als Ladedruckquelle — "Vorladepumpe" — für die Rückförderpumpen 23 und 24 arbeitet und diese die Bremsdruck-Quellen für den Vorderachs-Bremskreis I und den Hinterachs-Bremskreis II bilden. Der von den Vorladepumpen 23 und 24 entwickelbare hohe Bremsdruck kann über die in ihren Sperrstellungen I auch als

Druckbegrenzungsventile wirkenden Umschaltventile 63 und 66 zum Tandem-Hauptzylinder 8 hin hinreichend abgebaut werden.

Anhand des Ausgangssignals des Pedal-Positionsgebers 59 und gegebenenfalls der mittels des Drucksensors 61 überwachten Druckentwicklung im Primär-Ausgangsdrukraum — am Druckausgang 9 — des Hauptzylinders 8 "erkennt" die elektronische Steuereinheit 58, ob die Vollbremsung fortgesetzt oder in eine Zielbremsung übergehen soll. Ist letzteres der Fall, so werden die Umschaltventile 63, 66 in ihre Grundstellungen 0, ihre Durchflußstellungen und die Vorlade-Steuerventile in ihre sperrenden Grundstellungen 0 zurückgeschaltet und gleichzeitig hiermit oder geringfügig verzögert hiergegen die Rückförderpumpen 23 und 24 abgeschaltet sowie das Hilfskraft-Aussteuerventil 53 in seine Grundstellung 0 zurückgeschaltet. Die Rückförderpumpen 23, 24 können auch aktiviert bleiben, um für den Fall einer im Zuge der Bremsung erforderlichen Antiblockierregelung gleichsam auf diese vorbereitet zu sein.

## 2. Fahrdynamik-Regelung — selbsttätige Aktivierung mindestens einer Radbremse

Hierzu werden das Hilfskraft-Aussteuerventil 53 in dessen Funktionsstellung I und die Umschaltventile 63 und 66 sowie die Vorlade-Steuerventile 67 und 68 in deren Sperr- bzw. Durchflußstellungen I umgeschaltet, sowie die Rückförderpumpen 23 und 24 aktiviert. Das Einlaßventil derjenigen Radbremse, z. B. der linken Vorderradbremse 2, die aktiviert werden soll, bleibt in seiner — offenen — Grundstellung 0, während die Einlaßventile 14, 16, 17 der rechten Vorderradbremse 3 und der Hinterradbremse 4 und 5 in ihre Sperrstellungen I umgeschaltet werden. Durch eine gepulste Ansteuerung des Einlaßventils 13 der linken Vorderradbremse 2 kann der Bremsdruck-Aufbau in derselben definiert beeinflußt werden. Der Druckabbau in der linken Vorderradbremse 2 kann entsprechend über deren Auslaßventil 18 gesteuert werden, wobei im Falle eines Druckabbaues eine Radbremse des Vorderachs-Bremskreises I das diesem zugeordnete Umschaltventil 63 und dessen Vorlade-Steuerventil 67 wieder in deren Grundstellungen 0 — der Durchflußstellung des Umschaltventils 63 bzw. der Sperrstellung des Vorlade-Steuerventils 67 — zurückgeschaltet werden. Die aus der Radbremse 2 abgelassene Bremsflüssigkeit kann entweder über das geöffnete Auslaßventil 18, die Rücklaufleitung 26 und die Rückförderpumpe 23 des Vorderachs-Bremskreises I zum Hauptzylinder 8 und durch diesen "hindurch" zum Vorratsbehälter 72 zurückgeführt werden oder über das geöffnete Einlaßventil 13 der Radbremse 2 "direkt" zum Hauptzylinder 8 hin abströmen.

Auf analoge Weise ist auch die Funktion einer Antriebs-Schlupf-Regelung darstellbar, bei der die Radbremsen 4 und 5 der angetriebenen Fahrzeugräder einzeln oder gemeinsam aktivierbar sein müssen.

Wenn, wie dargestellt, die Radbremsen 2 bis 5 mit je einem Drucksensor 73 versehen sind, der ein mittels der elektronischen Steuereinheit 58 verarbeitbares, für den Druck in der jeweiligen Radbremse charakteristisches elektrisches Ausgangssignal erzeugt, so ist bei einer Ziel- oder Vollbremsung auf einfache Weise auch eine präzise Steuerung einer optimalen Bremskraftverteilung, z. B. im Sinne der idealen Bremskraftverteilung Vorderachse/Hinterachse möglich. Hierfür ist es im Prinzip auch ausreichend, wenn pro Bremskreis I und II nur ein Drucksensor vorgesehen ist, deren Ausgangssi-

gnale ein Maß für den Bremsdruck in einer der Vorderradbremse 2 oder 3 bzw. einer der Hinterradbremse 4 oder 5 sind oder ein Maß für die jeweils in den Hauptbremsleitungen 31 und 32 des Vorderachs-Bremskreises I bzw. des Hinterachs-Bremskreises II herrschenden Drücke sind.

Eine zur Steuerung dieser Funktionen geeignete elektronische Steuereinheit 58 ist dem mit der Technik der Bremsdruck- und Bremschlupf-Regelungen vertrauten Fachmann bei Kenntnis des Zweckes ohne weiteres möglich, so daß durch die Beschreibung der verschiedenen Funktionen auch deren elektronisch-schaltungs-technische Implementierung hinreichend erläutert ist.

## Patentansprüche

1. Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-, insbesondere Zweikreis-Bremsanlage mit statischen Bremskreisen, denen je ein Druckausgang eines als Bremsgerät vorgesehenen Hauptzylinders zugeordnet ist, der mittels eines Bremspedals über einen pneumatischen Bremskraftverstärker betätigbar ist, der eine durch einen Kolben beweglich gegen eine permanent auf einen niedrigen Druck gehaltene Niederdruckkammer abgegrenzte Antriebskammer hat, durch deren Beaufschlagung mit einem mit der Pedalkraft monoton korrelierten Druck die Kraftverstärkung steuerbar ist, mit der eine Zielbremsung erfolgt, und durch deren durch Umschaltung eines Hilfskraft-Aussteuerventils erzielbare Beaufschlagung mit dem Atmosphärendruck oder einem höheren Druck eine hohe, für eine Vollbremsung ausreichende Betätigungskraft entfaltbar ist, wobei eine diesbezügliche Umschaltung dieses Hilfskraft-Aussteuerventils durch ein Ausgangssignal einer elektronischen Steuereinheit aus lösbar ist, das diese erzeugt, wenn die Geschwindigkeit  $\phi$  oder die Änderungsrate  $K$  der Kraft, mit der der Fahrer das Bremspedal betätigt, einen diesbezüglichen Schwellenwert  $\phi_s$  oder  $K_s$  überschreitet und mit einem an den einzelnen Bremskreisen nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystem (ABS), das den Radbremsen einzeln zugeordnete, elektrisch ansteuerbare Ein- und Auslaßventile sowie den Bremskreisen einzeln zugeordnete, elektrisch antreibbare, auf hohes Ausgangsdruckniveau ausgelegte Rückförderpumpen umfaßt, mittels derer in einer Druckabbauphase der Antiblockier-Regelung in eine Rücklaufleitung des jeweiligen Bremskreises abgelassene Bremsflüssigkeit in dessen Hauptbremsleitung zurückförderbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß für jeden der Bremskreise (I und II) ein elektrisch steuerbares Umschaltventil (63 bzw. 66) vorgesehen ist, das aus einer die Hauptbremsleitung (31 bzw. 32) des jeweiligen Bremskreises (I bzw. II) mit dem diesem zugeordneten Druckausgang (9 bzw. 11) des Bremsgeräts (8) verbindenden Funktionsstellung (0) in eine den Druckausgang (9 bzw. 11) gegen die Hauptbremsleitung (31 bzw. 32) absperrende Funktionsstellung (I) umschaltbar ist, sowie ein elektrisch ansteuerbares Vorlade-Steuerventil (67 bzw. 68), das aus einer den jeweiligen Druckausgang (9 bzw. 11) des Bremsgeräts (8) gegen den Niederdruckeingang (33 bzw. 34) der Rückförderpumpe (23 bzw. 24) des jeweiligen Bremskreises (I bzw. II) absperrenden Funktionsstellung (0) in eine

den jeweiligen Druckausgang (9 bzw. 11) mit dem Niederdruck-Eingang (33 bzw. 34) der jeweiligen Rückförderpumpe (23 bzw. 24) verbindende Funktionsstellung (I) umschaltbar ist, und daß die elektronische Steuereinheit (58) aus einer Verarbeitung von Sensor-Ausgangssignalen, welche die Information über die Art der Betätigung des Bremspedals (6) und/oder über das dynamische Verhalten des Fahrzeuges beinhalten, die für einen selbsttätigen Betrieb der Bremsanlage auf hohem Bremsdruckniveau erforderlichen Signale für die Ansteuerung der Umschaltventile (63, 66), der Vorlade-Steuerventile (67, 68), der Rückförderpumpen (23, 24) und der Ein- und Auslaßventile des Antiblockiersystems (12) sowie des Hilfskraft-Aussteuerventils (53) erzeugt.

2. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den Radbremsen (2 bis 5) der Bremsanlage (1) je einzeln zugeordnete Drucksensoren (73) vorgesehen sind.

3. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Drucksensor (61) vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal ein Maß für den an einem der Druckausgänge (9, 11) des Bremsgeräts (8) anstehenden Druck ist.

4. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Steuereinheit (58) eine zeitlich differenzierende Verarbeitung des Drucksensor-Ausgangssignals vermittelt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

